

## Calendario pluviométrico en el margen oriental del área agrícola argentina

Silvia P. Pérez, Eduardo M. Sierra y José M. Peschiera

*Cátedra de Climatología Agrícola, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453 (C1417DSE) Buenos Aires, Argentina. (perez@agro.uba.ar)*

(Recibido: 1-Abr-2008. Publicado: 15-Jul-2008)

### Resumen

En el margen oriental del área agrícola Argentina se combinan un régimen de precipitaciones abundantes, con frecuentes episodios de tormentas intensas, con suelos pesados de tipo vertisol, lo cual dificulta considerablemente el desarrollo de las labores agrícolas. En dicho ambiente reviste gran importancia contar con calendarios pluviométricos que permitan planificar las tareas agropecuarias. Con esta finalidad, se analizaron los datos diarios de precipitación de cuatro localidades de la Provincia de Entre Ríos, cuyos registros son representativos de lo expuesto, a fin de evaluar la existencia de fechas con probabilidad significativa de que no ocurran precipitaciones y fechas con alta probabilidad de ocurrencia de precipitaciones y alta intensidad de las mismas. Los resultados obtenidos se cotejaron con las fechas de siembra y cosecha de los cultivos más comunes en la zona a fin de determinar las implicancias de los resultados alcanzados. El análisis de los datos demostró que efectivamente hay días del año definidos como días secos, con probabilidad diaria de precipitación menor al 10 % y con cantidad media diaria de precipitación menor a 1 mm, concentrados mayormente en los meses que van de mayo a septiembre; y días de tormenta con probabilidad diaria de precipitación mayor al 20 % y con cantidad media diaria de precipitación mayor a 25 mm, distribuidos a lo largo de todo el año, pero con singularidades en otoño y primavera.

**Palabras clave:** Agroclimatología, información climática, precipitación, frecuencia.

### Abstract

*The eastern margin of the argentinian agricultural area combines a regime of plentiful precipitations, with frequent heavy storms, with heavy vertisolic soils, which considerably hampers fieldwork. In this environment is very important to develop pluviometric calendars which may allow to plan the agricultural activities. With this aim, data from 4 localizations in Entre Ríos Province, Argentina, were analyzed to assess the existence of dates with significant probability of precipitation or no precipitation. The results obtained were compared with the dates of planting, bloom and harvest of more common crops in the zone to determinate the implications of the reached results. This analysis showed the effective existence of dry days, with a precipitation probability less than 10% and a daily mean under 1 mm, concentrated mainly in the months from May to September, as well as stormy days, with a precipitation probability higher than 20% and a daily mean over 25 mm, distributed all over the year, but with some preference for spring and autumn.*

**Key words:** Agroclimatology, climate information, rainfall, frequency.

## 1. Introducción

La influencia del clima en el modo de vivir y en las costumbres es probablemente tan grande como en la antigüedad, y la agricultura continúa dependiendo en buena medida del clima y de las variaciones del tiempo (Miller, 1977). Para un uso apropiado y eficiente de suelos, plantas y animales, el conocimiento del clima es una condición previa esencial (Sivakumar *et al.*, 2000). El clima no debe ser considerado solamente en lo que hace a los riesgos que puede provocar, sino como un recurso. Como tal, debe ser conocido, valorado en términos cuantitativos y cualitativos, y manejado apropiadamente (Gommes y

Fresco, 1998). El conocimiento de las variables climáticas es de gran importancia práctica, y por ello, los estudios dedicados a la distribución, comportamiento y explicación de sus elementos, en lo que se refiere a valores medios y absolutos, regímenes, variabilidad, frecuencia e intensidad de los mismos, poseen larga tradición.

La actividad agropecuaria de secano depende en gran medida de los elementos meteorológicos temperatura y precipitación (Damario y Pascale, 1988). De estos dos, son las precipitaciones (ocurrencia, intensidad) las que regulan principalmente las labores agrícolas y la producción. Los niveles de precipitación no sólo determinan las actividades mejor adaptadas a una zona, sino cuándo y con qué tipo de manejo deben hacerse. La cantidad de fertilizante mineral que debería utilizarse depende de los mencionados niveles, porque las plantas a las que se aplican fertilizantes crecen más y necesitan más agua, y también repercuten en la presencia de plagas y enfermedades. Una información oportuna y fiable de las precipitaciones pluviales, por tanto, resulta de enorme valor para los agricultores (Gommes, 1999). Asimismo, su consideración es de gran importancia en la planificación de obras de infraestructura tendientes a contrarrestar la erosión hídrica (FAO, 1967 y 1992). Fournier (1960) indicó que el poder erosivo de la lluvia resulta de la combinación de su cantidad, intensidad y frecuencia.

La ocurrencia de precipitaciones es una de las principales causas que impiden el desarrollo de las labores agrícolas, ya que la situación hídrica del suelo afecta tanto al movimiento de las máquinas, como a la efectividad del trabajo de estas. Este fenómeno cobra mayor importancia en zonas con suelos vertisoles, orden de suelos predominantes en la provincia de Entre Ríos. Debido a su alto contenido de arcilla, los suelos vertisoles en seco son muy duros y cuando están mojados muy plásticos y adhesivos (Tasi, 2000); por tanto, tienen un margen muy reducido de humedad óptima para la labranza.

Los calendarios climáticos son de suma utilidad en la planificación temporal de actividades socioeconómicas muy diversas (Durlo, 2003a, 2003b y 2004), en especial las desarrolladas al aire libre, como el caso de las labores agrícolas. Según Soler Temprano y Martín Vide (2002), para construir un calendario climático es necesario disponer de registros meteorológicos suficientemente largos como para que tengan significación climática, para cada día del año. Los mismos autores señalan que los calendarios climáticos expresan el valor medio, la frecuencia media, la probabilidad de ocurrencia, etc, de la variable analizada para cada día del año, deducida del análisis estadístico de la serie correspondiente.

En este trabajo se analizaron los datos diarios de precipitación de cuatro localidades de la provincia de Entre Ríos, Argentina, cuyo ambiente combina un régimen hídrico abundante, precipitaciones superiores a los 1000 mm principalmente en los meses de verano y otoño, suelos pesados con baja capacidad de infiltración, y un relieve ondulado, que contribuye a que los excesos de humedad demoren considerablemente en desaparecer.

La metodología para la elaboración de un calendario pluviométrico fue desarrollada teniendo en cuenta las particulares condiciones de régimen hídrico, suelos y relieve de la zona. En este contexto asume una gran importancia identificar:

- Fechas en las cuales se observa una muy baja probabilidad de que ocurran precipitaciones, ya que serán las fechas más favorables para que se puedan llevar a cabo las labores agrícolas.
- Fechas con alta probabilidad de precipitaciones intensas, ya que sus ocurrencias producirán prolongadas suspensiones de las labores.

## 2. Materiales y métodos

Se emplearon registros diarios de precipitación de 4 localidades de la provincia de Entre Ríos, Argentina (tabla 1), ubicadas en el margen oriental del área agrícola argentina, en una zona de suelos arcillosos y con fuertes limitaciones hídricas (Moscatelli, 1990).

Tabla 1: Ubicación de las localidades y datos disponibles.

Localidad	Observación			% de datos disponibles	Latitud	Longitud	Altitud (m)
	Período	Años	Días				
Concepción del Uruguay	1979-2003	25	9130	100,0	32°30'S	58°15'W	3
Concordia	1973-2007	35	12783	96,2	31°24'S	58°01'W	21
Gualeduaychú	1973-2007	35	12783	96,5	33°00'S	58°30'W	15
Paraná	1973-2007	35	12783	93,4	31°45'S	60°30'W	77

Los datos de las localidades de Concordia, Gualaguaychú y Paraná corresponden al Servicio Meteorológico Nacional de la Republica Argentina, y fueron tomados de la base de datos del NOAA (Nacional Oceanic and Atmospheric Administration), para el período 1973-2007, por lo que reunieron un total de 35 años de observaciones, que exceden los 30 años que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) exige para caracterizar climáticamente una localidad, y cuentan con entre un 93,4 % y un 96,5 % de datos observados, lo cual puede considerarse adecuado a los fines del análisis propuesto.

Por su parte, los datos de Concepción del Uruguay proceden del establecimiento agrícola “La Sarita” para el período 1979-2003, por lo que sus 25 años de observación son algo inferiores a lo requerido por la OMM. No obstante, dado que sus registros observan una notable continuidad, contando con un 100 % de datos observados, se la incluyó en el análisis como elemento comparativo con respecto a las observaciones oficiales.

Para la elaboración de un calendario pluviométrico se tuvieron en cuenta las particulares condiciones de régimen hídrico (precipitaciones superiores a los 1000 mm principalmente en los meses de verano y otoño), suelos (pesados con baja capacidad de infiltración) y relieve (ondulado) de la zona.

Para los cálculos, se consideró como día con precipitación a toda jornada en la que el registro superó los 0 mm. El caso singular del 29 de febrero se calculó en base a menor cantidad de datos que los días restantes.

Para cada día del año se definieron y calcularon las siguientes variables:

**ND** Número de Datos (número de veces que cada fecha del año registró información disponible).

**NDP** Número de Datos con Precipitación (número de veces que cada fecha del año registró precipitación).

**PDP** Probabilidad Diaria de Precipitación ( $PDP = NDP/ND$ ).

**CTP** Cantidad Total de Precipitación (para cada fecha del año, sumatoria de la precipitación en los años con registro  $>0$ ).

**CMDP** Cantidad Media Diaria de Precipitación ( $CMDP = CTP/ND$ ).

**CDP** Cantidad Diaria de Precipitación ( $CDP = CTP/NDP$ ).

**DS** Día Seco (fecha con  $PDP < 10\%$  y la  $CMDP < 1,0$  mm).

**RS** Racha Seca (período caracterizado por la consecución de un determinado número de días secos).

**DT** Día de Tormenta (fecha con  $PDP > 20\%$  y  $CDP > 25,0$  mm).

### 3. Resultados y discusión

En las figuras 1 y 2 se observan los calendarios pluviométricos de las localidades estudiadas en cuanto a la probabilidad diaria de precipitación (PDP, figura 1) y en cuanto a la cantidad media diaria de precipitación (CMDP, figura 2), con sus medias móviles de 7 en 7 a fin de suavizar convenientemente los gráficos. Se visualiza que a lo largo del año las probabilidades de precipitación son menores durante el invierno y mayores en otoño y primavera. En las localidades de Concepción del Uruguay, Concordia y Paraná los picos de intensidad se concentran mayormente en verano y otoño. En tanto que la localidad de Gualaguaychú los valores de mayor intensidad se dan en la primavera.

A través del análisis estadístico se pudieron determinar los días secos (DS) (tabla 2). Estas fechas están concentradas preponderantemente en los meses que van de mayo a septiembre, mereciendo destacarse la existencia de rachas secas en el mes de mayo, que resultan útiles para el avance de la cosecha de los cultivos de verano y el comienzo de la siembra de los cultivos de invierno (tabla 3).

Posteriormente se determinaron los días de tormenta (DT) (tabla 4). Estas fechas están distribuidas a lo largo de todo el año. Durante los meses de mayo a julio, en los cuales se cosechan los cultivos de verano y se siembran los cultivos de invierno, así como, entre octubre y diciembre, cuando se implantan los cultivos de verano, estas precipitaciones intensas dificultarán el avance de las labores y pueden ser potencialmente erosivas ya que las ruedas de las maquinarias y sus elementos de trabajo impactan el suelo. Además, en los casos en que se emplean técnicas de labranza convencional que dejan al suelo desprovisto de cobertura, el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo se convierte en erosivo.

### 4. Conclusiones

El análisis de los datos demostró que efectivamente hay días del año definidos como días secos, con probabilidad diaria de precipitación menor al 10 % y con cantidad media diaria de precipitación menor a 1 mm, concentrados mayormente en los meses que van de mayo a septiembre, los cuales proveen una “ventana climática” para el avance de las labores de cosecha de los cultivos de verano y de implantación de los cultivos de invierno.

Aprovechar esas oportunidades de labor resulta de gran importancia ya que, intercalados con los días secos, se observan días de tormenta, con probabilidad diaria de precipitación mayor al 20 % y con cantidad media diaria de precipitación mayor a 25 mm, que se encuentran distribuidos a lo largo de todo el año, pero con tendencia a concentrarse en otoño y primavera.

Por su parte, la etapa de cosecha de los cultivos de invierno y de implantación de los cultivos de verano (octubre a diciembre) observa una menor frecuencia de días secos, al mismo tiempo que registra numerosos días de tormenta, lo cual obliga a un cuidadoso manejo de la maquinaria agrícola a fin de evitar el deterioro de los suelos.

Los datos obtenidos pueden ser útiles para la planificación de las labores de índole agrícola, como por ejemplo la siembra y cosecha de cultivos, la realización de barbechos y a su vez para la planificación forrajera de un establecimiento ganadero.

Investigaciones futuras podrían estar orientadas al análisis de calendarios climáticos de diferentes regiones de la Argentina, considerando además series de datos de distintos períodos. Dado que en el presente trabajo se analizaron 25 años (1979-2003) y 35 años (1973-2007), período que corresponde a la fase húmeda del ciclo de lluvias de larga duración, que según varios investigadores (Pérez *et al.*, 2003; Sierra y Pérez, 2006) caracterizan a la región Pampeana y Chaqueña de la Argentina.

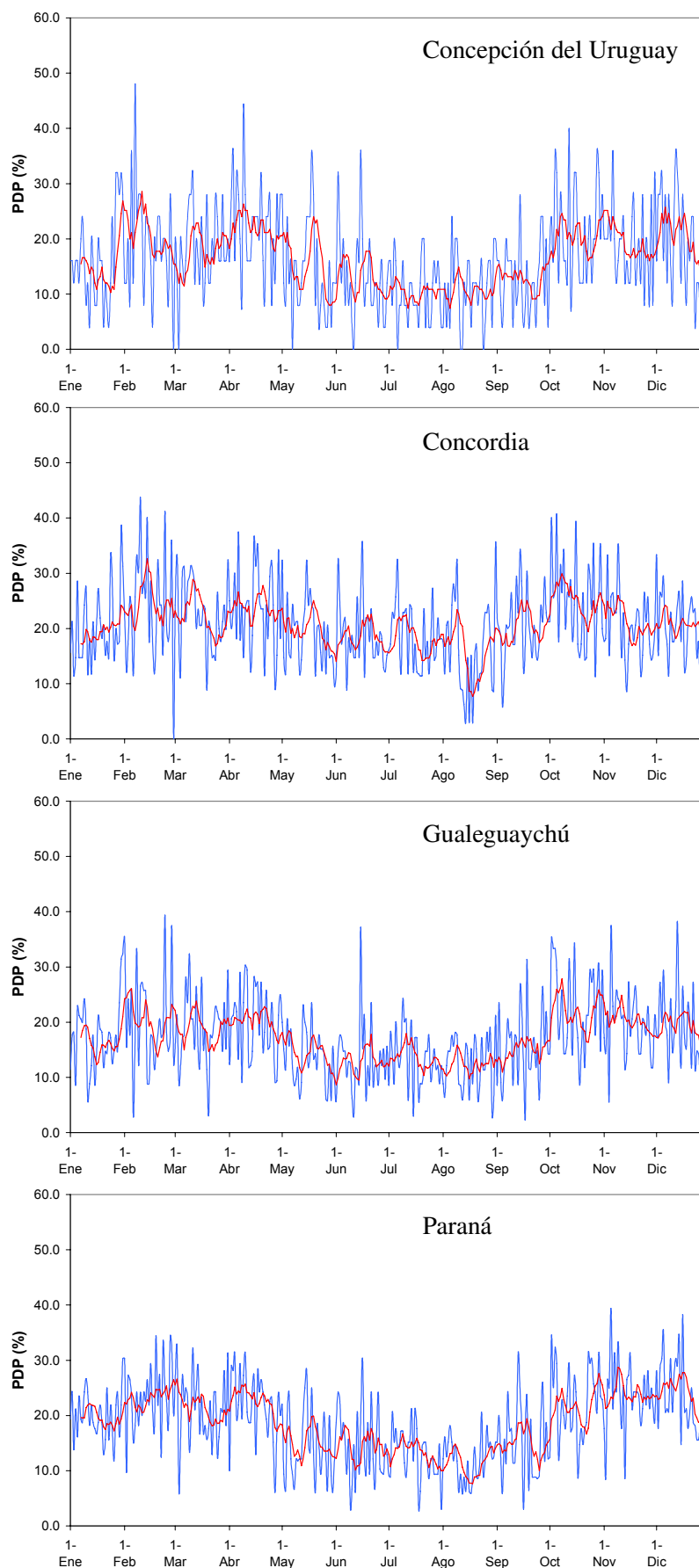


Fig. 1: Probabilidad diaria de precipitación en las cuatro localidades estudiadas. (En rojo, medias móviles de 7 días).

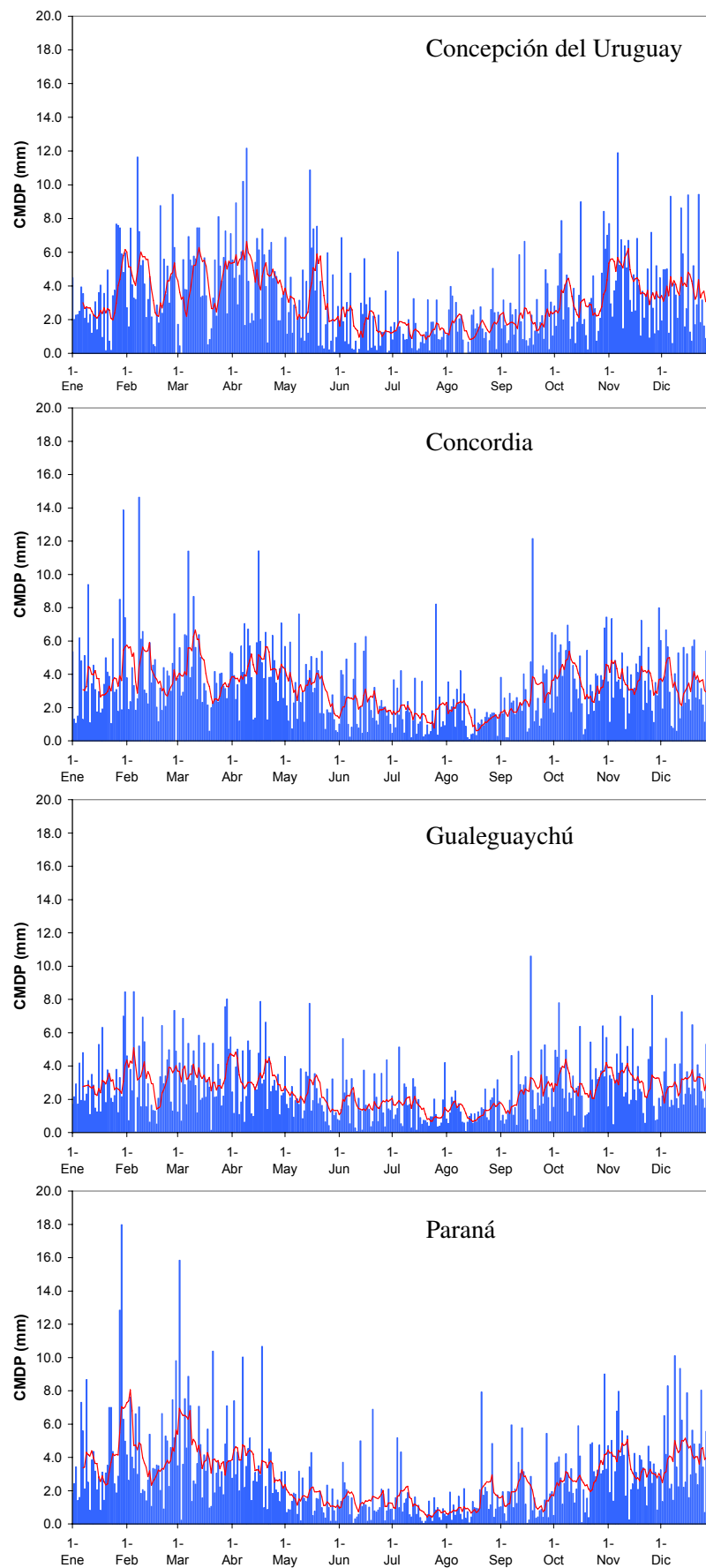


Fig. 2: Cantidad media diaria de precipitación en las cuatro localidades estudiadas. (En rojo, medias móviles de 7 días).

Tabla 2: Relación de días secos en las cuatro series estudiadas.

Concepción del Uruguay			Concordia			Guaaleguaychú			Paraná		
Día	PDP	CMDP	Día	PDP	CMDP	Día	PDP	CMDP	Día	PDP	CMDP
20-Ene	4,0	0,2	29-Feb	0,0	0,0	06-Feb	2,9	0,0	03-Mar	6,5	0,2
22-Ene	8,0	0,7	19-Mar	8,8	0,6	14-Feb	8,8	0,6	02-May	9,4	0,7
23-Ene	4,0	0,2	31-May	9,4	0,5	03-Mar	8,8	0,7	03-May	6,5	0,9
17-Feb	4,0	0,4	07-Jun	8,8	0,2	20-Mar	3,1	0,1	08-May	6,7	0,6
29-Feb	0,0	0,0	12-Ago	8,8	0,9	08-Abr	9,1	0,6	23-May	9,4	0,7
03-Mar	0,0	0,0	13-Ago	6,3	0,2	11-May	6,1	0,8	27-May	6,5	0,2
21-Abr	8,0	0,6	14-Ago	3,1	0,1	26-May	6,1	0,4	29-May	9,1	0,8
07-May	0,0	0,0	16-Ago	2,9	0,4	27-May	5,7	0,1	30-May	6,1	0,2
10-May	8,0	0,9	18-Ago	2,9	0,3	31-May	9,1	0,8	07-Jun	9,4	0,5
20-May	8,0	0,4	30-Ago	8,6	0,3	01-Jun	5,7	0,7	09-Jun	3,2	0,0
22-May	4,0	0,4	04-Sep	5,9	0,2	10-Jun	6,3	0,3	10-Jun	6,7	0,3
23-May	8,0	0,3				11-Jun	2,9	0,1	12-Jun	6,1	0,6
26-May	4,0	0,2				14-Jun	8,8	0,1	23-Jun	6,7	0,8
27-May	4,0	0,7				20-Jun	8,8	0,6	27-Jun	9,7	0,2
29-May	4,0	0,1				12-Jul	5,9	0,3	28-Jun	9,4	0,8
06-Jun	8,0	0,5				15-Jul	2,9	0,1	01-Jul	9,1	0,9
08-Jun	8,0	0,3				18-Jul	5,7	0,5	02-Jul	8,8	0,2
10-Jun	4,0	0,7				19-Jul	8,8	0,7	11-Jul	8,8	0,6
11-Jun	0,0	0,0				20-Jul	8,8	0,7	18-Jul	3,1	0,2
17-Jun	8,0	0,2				01-Ago	8,8	0,8	19-Jul	6,3	0,0
21-Jun	8,0	0,4				02-Ago	6,5	0,5	24-Jul	8,6	0,2
22-Jun	8,0	0,2				10-Ago	8,8	0,6	28-Jul	9,4	0,4
28-Jun	4,0	0,0				11-Ago	8,6	0,6	29-Jul	9,4	0,2
29-Jun	4,0	0,1				12-Ago	5,9	0,1	31-Jul	2,9	0,6
06-Jul	0,0	0,0				13-Ago	8,8	0,6	10-Ago	6,1	0,3
08-Jul	8,0	0,8				16-Ago	5,9	0,6	12-Ago	5,7	0,3
12-Jul	4,0	0,3				18-Ago	8,8	0,6	13-Ago	8,8	0,7
15-Jul	8,0	0,2				29-Ago	2,9	0,1	14-Ago	6,3	0,1
16-Jul	8,0	0,3				01-Sep	8,6	0,7	18-Ago	8,8	0,9
17-Jul	8,0	0,6				03-Sep	9,1	0,5	04-Sep	5,9	0,2
22-Jul	4,0	0,1				04-Sep	5,7	0,8	16-Sep	3,0	0,0
31-Jul	4,0	0,2				10-Sep	8,6	0,4	19-Sep	6,5	0,8
05-Ago	4,0	0,0				17-Sep	2,9	0,1	21-Sep	8,8	0,3
11-Ago	0,0	0,0				18-Oct	8,6	0,3	22-Sep	8,8	0,4
12-Ago	0,0	0,0				04-Nov	5,7	0,5	23-Sep	8,8	0,8
14-Ago	8,0	0,1							24-Sep	8,6	0,9
24-Ago	0,0	0,0							25-Sep	9,1	0,4
25-Ago	4,0	0,8							17-Oct	8,8	0,1
29-Ago	4,0	0,2							13-Nov	8,6	0,2
04-Sep	4,0	0,6									
10-Sep	4,0	0,1									
16-Sep	4,0	0,4									
17-Sep	8,0	0,9									
19-Sep	4,0	0,5									
28-Sep	8,0	0,2									
13-Oct	8,0	0,6									
24-Nov	8,0	0,9									
18-Dic	8,0	0,7									
26-Dic	8,0	0,9									

Tabla 3: Rachas secas ocurridas en el mes de mayo.

Concepción del Uruguay	Concordia	Guaeguaychú	Paraná
22-May al 23-May	–	26-May al 27-May	2-May al 3-May
26-May al 27-May	–	–	29-May al 30-May

Tabla 4: Días de tormenta en las cuatro series estudiadas.

Concepción del Uruguay			Concordia			Guaeguaychú			Paraná		
Día	PDP	CDP	Día	PDP	CDP	Día	PDP	CDP	Día	PDP	CDP
08-Feb	24,0	30,1	10-Ene	27,3	34,4	31-Ene	32,4	26,1	06-Ene	23,5	31,0
20-Feb	24,0	36,5	30-Ene	38,2	36,3	05-Feb	25,7	32,9	09-Ene	24,2	35,8
27-Feb	28,0	33,6	08-Feb	33,3	43,9	10-Feb	26,5	26,2	22-Ene	25,0	28,0
24-Mar	28,0	28,9	07-Mar	21,2	53,7	21-Feb	20,6	31,2	28-Ene	24,2	53,0
28-Mar	28,0	25,9	10-Mar	31,4	27,6	29-Mar	23,5	34,0	30-Ene	21,9	28,8
09-Abr	44,0	27,6	08-Abr	24,2	29,1	17-Abr	27,3	28,9	03-Feb	27,3	27,9
15-Abr	24,0	28,4	10-Abr	23,5	28,5	18-Sep	31,3	33,9	08-Feb	24,2	29,0
16-Abr	24,0	25,6	16-Abr	31,3	36,5	16-Oct	21,9	29,1	02-Mar	32,3	49,1
22-Abr	24,0	25,5	20-Abr	23,5	27,7	22-Oct	21,2	25,6	05-Mar	27,3	27,6
23-Abr	24,0	27,4	09-May	21,2	35,9	08-Nov	25,7	27,1	07-Mar	25,0	35,5
15-May	24,0	45,3	22-May	20,6	26,1	26-Nov	22,9	36,0	08-Mar	23,3	30,5
16-May	24,0	26,0	26-Jul	27,3	30,1	19-Dic	23,5	27,5	13-Mar	25,0	28,3
17-May	24,0	30,8	19-Sep	21,2	57,3				21-Mar	22,6	46,0
19-May	28,0	26,9	30-Sep	21,2	30,6				29-Mar	28,1	25,2
16-Oct	32,0	28,1	20-Nov	23,5	30,7				02-Abr	29,0	25,5
29-Oct	32,0	26,3	04-Dic	25,7	25,9				07-Abr	29,4	34,1
06-Nov	36,0	33,1	19-Dic	20,6	27,6				11-Abr	20,6	25,1
12-Nov	24,0	27,9	20-Dic	23,5	25,7				18-Abr	24,2	44,0
17-Nov	24,0	28,4	31-Dic	25,7	32,8				30-Oct	23,5	38,3
06-Dic	28,0	33,3							06-Nov	21,2	31,9
16-Dic	28,0	33,6							07-Nov	31,4	25,4
22-Dic	24,0	39,3							09-Dic	30,3	33,4
28-Dic	24,0	30,6							12-Dic	30,3	30,8



## Bibliografía

- Damario EA, Pascale AJ (1988): Características agroclimáticas de la Región Pampeana Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*, 9:41-64.
- Durlo G (2003a): Calendrier – nouvelle méthode d'élaboration de données climatologiques. *Dokum Geogr.*, 29:101-104, IgiPZ PAN Warszawa.
- Durlo G (2003b): Le calendrier bioclimatique en tant que méthode d'élaboration climatologique. *Dokum Geogr.*, 29:105-108, IgiPZ PAN Warszawa.
- Durlo G (2004): Calendar – Method of complex climatological elaboration. *Acta Agrophysica*, 3:49-55.
- FAO (1967): La erosión del suelo por el agua. Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. *Cuadernos de fomento agropecuario* N°81, 207 pp.
- FAO (1992): Erosión de los suelos en América Latina. *Suelos y agua* N°1, Oficina Regional de Santiago de Chile, 219 pp.
- Fournier F (1960): *Climat et erosion. La relation entre l'erosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques*. Press Univ. de France, 201 pp.
- Gommes R, Fresco LO (1998): Everybody complains about climate... What can agricultural science and the CGIAR do about it? Paper presented at the Mid-Term Meeting of the Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR), FAO, Rome.
- Gommes R (1999): Campesinos bien informados del clima podrían mejorar sus cosechas. Noticias FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/Noticias/1999/990307-s.htm> (último acceso: Marzo 2008).
- Miller A (1977): *Meteorología*. Editorial Labor, Barcelona, 99 pp.
- Moscatelli G (1990): *Atlas de suelos de la República Argentina*. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), 2 tomos, 677 pp.
- Pérez S, Sierra EM, Casagrande G, Vergara G, Bernal F (2003): Comportamiento de las precipitaciones (1918/2000) en el Centro Oeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Rev. De la Facultad de Agronomía de La Universidad Nacional de La Pampa*, 14:39-46.
- Sierra EM, Pérez S (2006): Tendencia del régimen de precipitación y el manejo sustentable de los agroecosistemas: estudio de un caso en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de Climatología*, 6:1-12.
- Sivakumar MVK, Gommes R, Baier W (2000): Agrometeorology and sustainable agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103:11-26.
- Soler Temprano X, Martín Vide J (2002): Los calendarios climáticos. Una propuesta metodológica. En *El agua y el Clima* (Guijarro JA et al., Eds.) Asociación Española de Climatología, A-3:577-585.
- Tasi H (2000): Aptitud de uso y estado de degradación de los suelos vertisoles y vérticos de la provincia de Entre Ríos. *Rev. Facultad de Agronomía*, 20:1-6.

